Current Issue Review 87-5E

THE SPACE STATION: CANADA'S CONTRIBUTION

Lynne C. Myers
Science and Technology Division

12 February 1987
Revised 7 February 1991

Library of Parliament
Bibliothèque du Parlement

Research Branch

92-00461/

The Research Branch of the Library of Parliament works exclusively for Parliament, conducting research and providing information for Committees and Members of the Senate and the House of Commons. This service is extended without partisan bias in such forms as Reports, Background Papers and Issue Reviews. Research Officers in the Branch are also available for personal consultation in their respective fields of expertise.

© Minister of Supply and Services Canada 1991

Cat. No.

ISBN

YM32-1/87-5-1991-02E
0-660-14140-X

N.B. Any substantive changes in this publication which have been made since the preceding issue are indicated in **bold print.**

CE DOCUMENT EST AUSSI PUBLIÉ EN FRANÇAIS

CANADA

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

THE SPACE STATION: CANADA'S CONTRIBUTION

ISSUE DEFINITION

For many years the United States has been actively, and generally successfully, involved in the exploration of space. It has sent unmanned and manned space craft into orbit and brought them back. It has landed men on the moon and seen them return safely to earth. The space shuttle has demonstrated the feasibility (and the dangers) of the reuseable space craft. The U.S. now feels that it is time to begin exploiting the unique features of space - near-zero gravity, near-perfect vacuum and lack of atmospheric interference present on earth. It notes that only a permanently-manned space station will enable mankind to reap the benefits of this special environment in terms of scientific research, technological development and commercial enterprises. In 1984, President Reagan committed the United States to building a space station within a decade and invited Canada, Japan and the European Space Agency to join in this ambitious program. At the Shamrock Summit in March 1986, Prime Minister Mulroney announced that Canada was accepting the invitation.

The Canadian government agreed to develop and operate one of the station's mission-critical elements - the Mobile Servicing Centre (MSC). The opportunity to build on our already well-established space industry, the potential for spin-offs from the advances in robotics and artificial intelligence engendered by this effort and future access to the space station for scientific research and manufacturing are cited as reasons for Canada's becoming involved. The estimated cost of Canadian participation was originally set at $800 million. The revised estimate is $1.8 billion until the year 2000.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

Canada has already begun work on the MSC, based on the original design criteria set out by NASA. Recently, however, Congress reduced the space station budget from the $2.45 billion that NASA had requested to $1.9 billion for the next fiscal year. This amount will be increased by only 10% per year and a cap of $2.6 billion per year has been imposed. These budget restrictions, along with some misgivings about the engineering of the proposed station, led Congress to order NASA to review the design and adjust the program to meet these new financial constraints. The review process was originally due to be completed by 22 January 1991 but this deadline was subsequently extended for another 30 days. It is expected that the current design review will result in a substantially different space station concept. Officials of the Canadian Space Agency are closely monitoring these changes and their effect on the Canadian contribution. Details will be added to this report as they become available.

BACKGROUND AND ANALYSIS

A. The Space Station

The U.S. space station will not be the world's first, since, in 1973-74, Skylab, which could house astronauts for up to three months at a time, was already in orbit above the earth. Between that time and the 1984 decision to build a space station, the U.S. concentrated on developing the Space Shuttle (or STS - space transportation system). In the meantime, the Soviet Salyut program has provided permanent, manned space station facilities since 1971. The Soviets recently launched MIR, which is a central element in their permanently-manned (as opposed to permanent, manned) space station.

The U.S. space station program, as it was originally conceived, was an ambitious and innovative one. The station was expected to perform a wide range of functions, serving as:

- a laboratory in space, for scientific research and the development of new technologies;

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

- a permanent observatory, with elements in low inclination and polar orbits, from which to observe Earth and the universe;

- a transportation centre where payloads and vehicles are stationed, processed and deployed to their destinations;

- a servicing facility where payloads and vehicles are maintained, repaired and refurbished;

- an assembly facility where large space structures and systems are assembled and checked out;

- a facility to enable manufacturing in space, where the unique environment enhances commercial opportunities;

- a storage depot where payloads and parts are kept on orbit for subsequent use;

- a staging base for possible future space projects, such as a permanent lunar base, a manned mission to Mars, a manned survey of the asteroids, a manned scientific and communications facility in geosynchronous orbit, or unmanned planetary probes.

Comments from the U.S. military have indicated that the station might also be used for military research and testing at some time. These comments brought Canada's participation into question and resulted in a delay in negotiating the agreement covering Canadian involvement. Since the text of an agreement has now been agreed upon, the issue has presumably been resolved. As a result of budget cuts to the space station program, and the resulting need to redesign the system, debate has been renewed over the prime objectives or goals that should be set. Some feel that commercial objectives (such as manufacturing of unique compounds) should have priority, while others feel that life sciences should predominate.

In its original configuration, the structure of the space station base resembled a large rectangle of metal trusses. These trusses, approximately 94.5 metres (310 feet) on the vertical side, by 45.7 metres (150 feet) on the horizontal side, would have been carried into space on the Shuttle and assembled by the Canadian MSC. Another truss across the middle of the rectangle would have supported the modules, which would have been large cylinders in which crew members lived and worked. The various

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

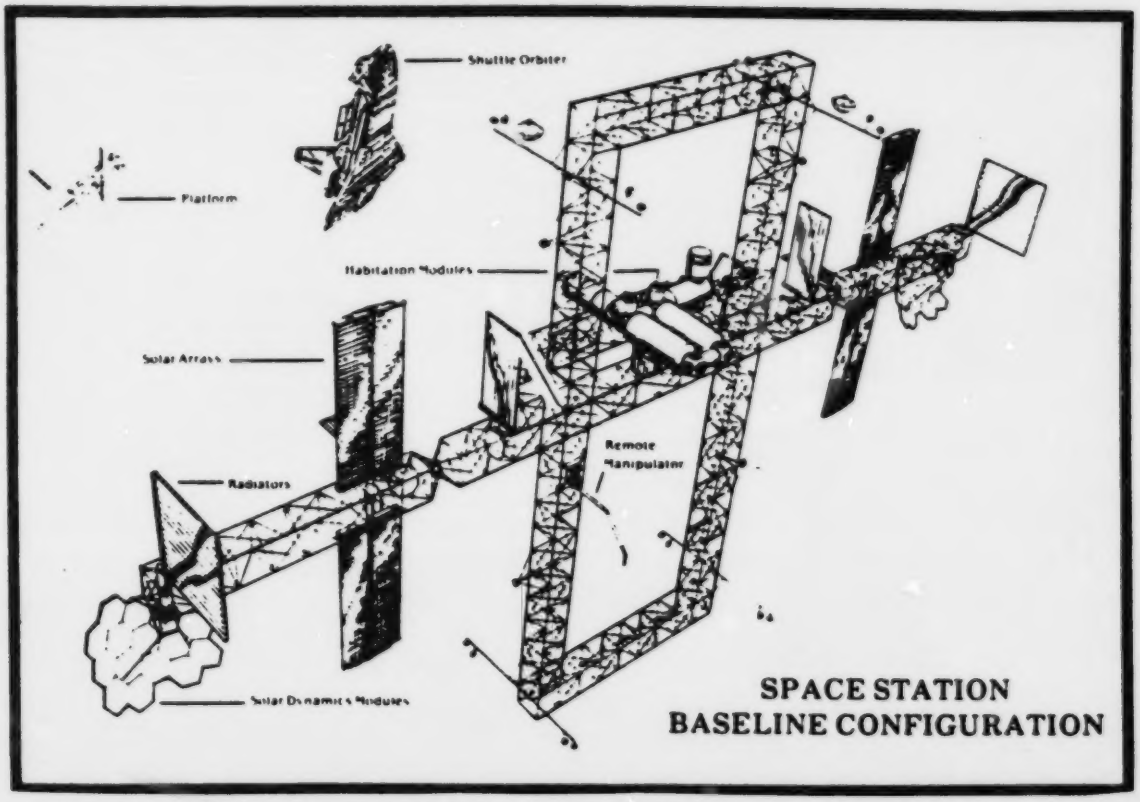
modules would have been connected to each other by a series of nodes (spaces adjacent to, but not part of, the module - something like a vestibule) and tunnels. This arrangement would have facilitated both the easy movement from one module to another and the addition of further modules as the station grew. Power for the space station would have been provided by a hybrid system employing both photovoltaic cells [25 kilowatts (kw)] and solar dynamic heat engines (50 kw). This total of 75 kw is a very high level of power compared to that of previous space craft, and is, in fact, enough energy to run 25 all-electric homes. Fifty kilowatts would have been dedicated to users of the station and 25 kw to basic "housekeeping" requirements. Figure 1 (page 5) is a diagram of the major elements of the original space station design.

NASA is now reassessing the order in which elements of the station will be taken into orbit by the Shuttle. It was originally planned to have flights every 45 days during the assembly of the station but it is certain that the *Challenger* disaster and current budgetary problems at NASA will alter this estimate. In addition, it is expected that the new design for the station will be more modular in nature, with less of the construction done in space. There is also some discussion of the need to develop a new heavy-lift launch vehicle, so that reliance on shuttle launches will be reduced.

In its original plan, NASA anticipated that the Shuttle would arrive at the assembly point and the crew would assemble elements of the station in the cargo bay. These elements would then have been swung out into space by the Canadian Mobile Servicing Centre arm mounted on the Shuttle. Early flights would have concentrated on the truss framework, the electrical power, communications and guidance equipment. At the end of these early flights, the Shuttle crew would literally have lost the partially built station hanging in space and return to Earth. It was expected that assembly would begin in January 1993 and that the space station base would take 14 flights to complete. (Canada's MSC is currently scheduled to be on the fourth flight.) Once the base was complete, subsequent flights would have put the various platforms associated with the station into orbit. The current schedule would see all elements in place

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

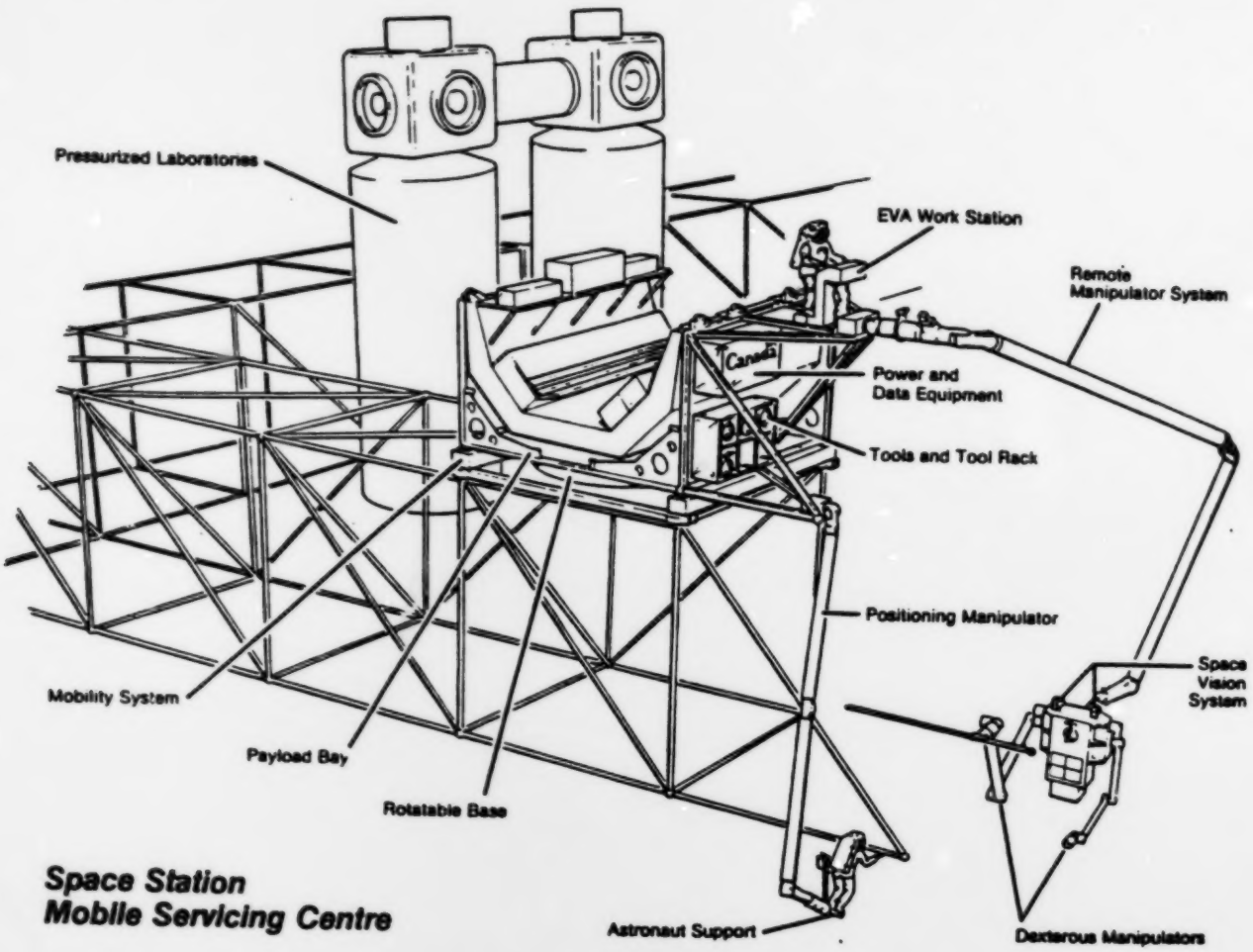
FIGURE 1: THE SPACE STATION



Source: Office of Space Station, NASA Headquarters, *The Space Station: A Description of the Configuration Established at the Systems Requirements Review (SRR)*, Washington, D.C., June 1986.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

FIGURE 2: SPACE STATION MOBILE SERVICING CENTRE



Source: National Research Council, The Space Station, Canada's Contribution, 1986.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

by sometime in 1996, but, as noted earlier, ongoing NASA problems with funding, with the performance of the shuttle and with redesign will likely alter this schedule.

B. Canada's Contribution - The Mobile Servicing Centre (MSC)

As noted earlier in this report, Canada agreed to take part in the space station project only if its involvement would consist of more than producing a single piece of hardware and would continue after the station becomes operational. It is with this in mind, as well as other important considerations (see D, page 8), that Canada proposed to design, develop, build and operate the Mobile Servicing Centre (MSC) for the space station. The MSC, shown in Figure 2, will consist of a base structure with room for payloads, replacement units, utilities and thermal control equipment. It will also have two "Canadarms" (or a Space Station Remote Manipulator System, as it will be known). The arms will be supplied with special purpose, dextrous manipulators, end-effectors and servicing tools. External and internal control stations, from which the crew can control its operation, will also be part of the MSC. As well, Canada is studying the possibility of developing a larger MSC maintenance depot, where the MSC itself would be maintained, as part of its effort.

Once in orbit, the MSC was expected to be an important element in the construction of the station and in its day-to-day operation. It is expected, in fact, to have the predominant role in assembling and maintaining external portions of the station, externally servicing attached payloads, moving equipment and supplies around the station, deploying and retrieving satellites and other payload items, and supporting astronauts during extravehicular activities.

As previously noted, the Space Station is now being redesigned and these changes may alter some of the functions of the MSC as well. Canadian officials have been assured, however, that major redesign of the MSC will not be required.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

C. Other International Contributions

1. The Japanese Experimental Module (JEM)

Japan, like Canada, is proposing to participate in the space station project. Its contribution will be a laboratory to accommodate general scientific and technology development research activities including microgravity studies. The JEM will consist of several parts including a pressurized module, an exposed facility, an airlock joining those two elements, a local remote manipulator and an experiment logistics module (ELM). The ELM attaches to the laboratory and can be removed, returned to Earth to deliver experiments and products made in space, refilled with new materials and returned to the station to be reattached to the JEM. The ELM is being made compatible with Japan's own launch vehicle, the H-2, which is expected to be ready for use in the mid-1990s. Japan has agreed to spend about $2 billion on its space station contribution.

2. The European Space Agency's Pressurized Module (ESA Module)

The European Space Agency is studying an attached, pressurized, multi-purpose laboratory as its contribution to the space station. This facility is designed for international use principally in the fields of fluid physics, life sciences research and materials research. Like the JEM and the U.S. laboratory and habitation modules, the ESA module will include storage capacity and accommodation for what is known as "crew safe-haven capability". In other words, in the event of an temergency, there would be sufficient supplies and accommodation for the space station crew to await rescue.

Both ESA and NASA are also studying polar-orbiting platforms which would be used for earth, ocean, solar and atmospheric observations, plasma physics research, remote measurements and environmental monitoring. These platforms would be self-powered and would be maintained or refuelled with propellant for manoeuvering either *in situ* or at the space station base.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

D. Why Should Canada Participate?

The answer to this question is not simple. There are, in fact, many reasons put forward to justify Canadian participation in this ambitious space program. Among them are achieving international prestige, securing an entrée into important new high-tech fields, generating technological spin-offs on Earth and buying long-term access to the space environment for Canadian researchers. In the short term, the technical and economic spin-offs here on Earth are probably the most significant, together with the creation of a pool of knowledgeable scientists and industrialists in the emerging technologies. Many of the technologies developed for the space station, especially in the fields of robotics and automation, will have terrestrial applications, including work in "hostile" environments such as the nuclear industry, mining and offshore resource development.

In a 1986 report, the Canadian Institute for Advanced Research discusses Canada's participation in the following terms:

> Participation in the Space Station is analogous to joining a fitness club - an economic fitness club. Agreement to provide a component of the Station is the membership fee. If Canada is going to get any tangible benefit from being in the club, though, it must have the ability and the financial resources to use the facilities. Equally important, it will need to use its newly acquired strength and agility in all aspects of its economic life. If it does not, the membership fee will be wasted.

This report cautions that resources must be put into all aspects of our space effort if maximum benefit is to be derived. To achieve this, it suggests that our space station program be viewed as having four essential elements, namely:

- production and operation of the Mobile Servicing Centre (MSC);
- a Space Station user support program;
- a technology development program; and
- a technology exploitation program.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

If all four elements were effectively supported, the report predicts that Canada could benefit considerably from its investment, as it evolves into a knowledge-based economy. The program would:

- stimulate and partially finance the creation of a long-term applied research base within Canadian industry;

- facilitate emergence of new, knowledge-intensive industries, an important factor in Canada's economic development;

- assist in the creation of a pool of highly skilled researchers, whose expertise would contribute to technological development; and

- promote the establishment of productive long-term relationships between industry and universities.

The NRC's 1986 report on the subject provides a list of the opportunities presented to Canada as a space station user, once we have "paid our dues":

- *Space Technology.* Space Station is well-suited to developing and testing complex satellite systems, automation, robotics, manipulators and space structures before these are committed to regular operations.

- *Materials Processing.* The use of microgravity for developing new or improved products for the electronics, pharmaceutical and metal processing industries offers the potential to make this one of the more significant economic application. Interest among Canadian industries is growing in the use of Space Station laboratories for these purposes.

- *Space Science.* Space scientists in Canada study the earth, its atmosphere, outer space and astronomy. Space Station will provide additional bases for observation and research.

- *Communications.* The use of Space Station will permit on-orbit check-out of communications satellites as well as the construction of larger ones. Eventually, it will be possible to service communications satellites in their respective orbits.

- *Life Science and Bio-Medicine.* The development of new pharmaceuticals and biotechnology processes will be possible, as will an increased understanding of the

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

long-term adaptation of humans to a space environment, which will be important if humans are to spend extended periods in space.

- *Remote Sensing.* Canada, more than most countries, needs to monitor her extensive land mass and resources. New remote sensing systems will have greater power, as well as improved data-handling and transmission capabilities. Using Space Station as a base, Canada could develop and test these systems prior to their operational use in polar orbit.

During the summer of 1988, negotiations involving Canada, ESA, Japan and NASA were concluded. A treaty governing the Space Station was signed on 29 September 1988.

CHRONOLOGY

20 May 1982 - The Space Station Task Force was set up at NASA to identify mission requirements, define the space station concept and coordinate NASA research centres interested in the concept.

July-August 1982 - NASA contracted with aerospace firms to identify user requirements in space science, technology development commercial activities and, initially, national security. Canada, Japan and ESA countries did similar independent reviews.

August 1983 - NASA's final briefing to senior, cabinet level space committee on the space station concept.

25 January 1984 - The President announced that the U.S. would have a permanently-manned space station by the end of the decade.

18 March 1986 - Prime Minister Mulroney announced Canada's acceptance of the invitation to participate in the space station program.

16 January 1987 - External Affairs Minister, the Right Honourable Joseph Clark, sent a letter to the U.S. administration expressing Canada's concern over reports that the U.S. military wanted to use the space station for military experiments.

December 1987 - Canadian and U.S. negotiators agreed on the text of a Memorandum of Understanding governing Canadian

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

participation in the Space Station Project. It was finalized after Cabinet and Congressional approval early in 1988.

21 April 1988 - The Ministers of Regional Industrial Expansion and Science and Technology (Mr. de Cotret) and Science and Technology (Mr. Oberle) announced the government's decision to commit $1.2 billion over 15 years to the realization of the Mobile Servicing System (MSS) for the U.S. Space Station.

29 September 1988 - An international agreement governing the construction and operation of the Space Station was signed by the USA, Japan, Canada and the European Space Agency.

1 March 1989 - The federal government announced that the new national space agency will be located in Montreal. Dr. Larkin Kerwin, President of the National Research Council, will be the head of the agency. The Space Station Management Program will become part of the Agency's mandate.

10 May 1990 - Bill C-16; An Act to Establish the Canadian Space Agency and other matters in relation to space, was given Royal Assent.

October 1990 - Congress cut the NASA Space Station budget and ordered a review of the entire program. This review will involve important design and scheduling changes and was to be complete by 22 January 1991.

January 1991 - NASA was given a 30-day extension to complete its review of the Space Station program.

SELECTED REFERENCES

Dotto, Lydia. "Back to the Future." *Canadian Business*, Vol. 59, November 1986, p. 64-71.

National Aeronautics and Space Administration. *The Space Station, A Description of the Configuration Established by the Systems Requirements Review.* Washington, D.C., June 1986.

National Research Council of Canada. *The Space Station: Background Paper.* Ottawa, March 1986, 11 p.

Space Station Committee. The Canadian Institute for Advanced Research, *Canada and the Space Station: A Report to the Government of Canada.* 1985, 31 p.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

Space Station Committee. The Canadian Institute for Advanced Research, *Canada's Participation in the Space Station: Objectives and Management*. October 1986, 11 p.

Bulletin d'actualité 87-5F

LA STATION SPATIALE: LA CONTRIBUTION DU CANADA

Lynne C. Myers
Division des sciences et de la technologie

Le 12 février 1987
Révisé le 7 février 1991

Bibliothèque du Parlement
Library of Parliament

Service de recherche

Le Service de recherche de la Bibliothèque du Parlement travaille exclusivement pour le Parlement, effectuant des recherches et fournissant des informations aux parlementaires et aux comités du Sénat et de la Chambre des communes. Entre autres services non partisans, il assure la rédaction de rapports, de documents de travail et de bulletins d'actualité. Les attachés de recherche peuvent en outre donner des consultations dans leurs domaines de compétence.

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1991

N° de cat.

ISBN

YM32-1/87-5-1991-02F
0-660-93375-6

N.B. Dans ce document, tout changement d'importance fait depuis la dernière publication est indiqué en **caractère gras.**

THIS DOCUMENT IS ALSO PUBLISHED IN ENGLISH

CANADA

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

LA STATION SPATIALE:
LA CONTRIBUTION DU CANADA

DÉFINITION DU SUJET

Depuis de nombreuses années, les États-Unis sont engagés activement, et en général avec succès, dans l'exploration de l'espace. Ce pays a mis en orbite des vaisseaux spatiaux habités et non habités et les a ramenés sur Terre. Il a permis à l'homme de marcher sur la Lune et d'en revenir sain et sauf. Avec la navette spatiale, il a prouvé qu'il était possible - mais non sans danger - de réutiliser le même vaisseau spatial. Les États-Unis en sont maintenant arrivés à la conclusion que le moment est venu d'exploiter les caractéristiques uniques de l'espace: la micro-gravité, le vide presque parfait et l'absence de l'agitation atmosphérique propre à la Terre. De l'avis des spécialistes américains, seule une station spatiale habitée en permanence permettra à l'humanité de tirer parti de cet environnement particulier sur le plan de la recherche scientifique, du développement technologique et des débouchés commerciaux. En 1984, le président Reagan a annoncé la décision des États-Unis de construire une station orbitale d'ici dix ans et il a invité le Canada, le Japon et l'Agence spatiale européenne à participer à la réalisation de cet ambitieux programme. Au Sommet de la Saint-Patrick, en mars 1986, le premier ministre Mulroney a annoncé que le Canada acceptait l'invitation.

Les autorités canadiennes ont accepté que notre pays se charge de la conception et de la mise en service d'un élément crucial de la station: le Centre d'entretien et de réparation mobile (MSC). L'occasion de faire avancer notre industrie spatiale, dont la réputation est déjà bien établie, les retombées possibles des progrès que cet effort ne manquera pas d'engendrer dans le domaine de la robotique et de l'intelligence

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

artificielle et l'accès futur à la station orbitale pour des projets de recherche et de développement scientifiques sont au nombre des raisons que l'on cite pour justifier la participation du Canada. On a d'abord estimé le coût de cette participation à 800 millions de dollars mais on l'estime maintenant à 1,8 milliard de dollars d'ici à l'an 2000.

Le Canada a déjà commencé ses travaux concernant le Centre d'entretien et de réparation mobile (MSC), selon les critères de conception initiaux établis par la NASA. Toutefois, le Congrès a récemment réduit le budget de la station spatiale, ramenant les 2,45 milliards de dollars demandés par la NASA à 1,9 milliard pour la prochaine année financière. Le budget n'augmentera que de 10 p. 100 par année et il est soumis à un plafond annuel de 2,6 milliards. En raison des restrictions budgétaires et de certains doutes au sujet des caractéristiques techniques du projet de station, le Congrès a ordonné à la NASA d'en revoir la conception et d'adapter le programme aux nouvelles contraintes financières. Les travaux de révision devaient être terminés le 22 janvier 1991, mais l'échéance a été reportée de 30 jours. L'examen actuellement en cours devrait déboucher sur une conception différente de la station. Le personnel de l'Agence spatiale canadienne suit de près les changements apportés et leurs effets sur la contribution canadienne. Le présent bulletin sera mis à jour à mesure que des renseignements nouveaux seront disponibles.

CONTEXTE ET ANALYSE

A. La station spatiale

La station spatiale américaine ne sera pas une première. En effet, en 1973-1974, le vaisseau Skylab, qui pouvait recevoir à son bord des astronautes pour des séjours pouvant aller jusqu'à trois mois consécutifs, était déjà en orbite autour de la Terre. Entre ce moment et la décision prise en 1984 de construire une station orbitale, les États-Unis ont axé leurs efforts sur la mise au point de la navette spatiale (ou STS - système de transport spatial). Dans l'intervalle, le programme Saliout a doté l'URSS d'une station spatiale habitable et

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

permanente qu'elle utilise depuis 1971. Récemment, ce pays a lancé MIR, élément central d'une station spatiale qui sera occupée en permanence (par opposition à habitable et permanente).

Le programme de la station spatiale américaine, tel qu'il était conçu initialement, était à la fois ambitieux et novateur. La station devait remplir un vaste éventail de fonctions, et servir:

- de laboratoire spatial pour la recherche scientifique et la mise au point de nouvelles technologies;

- d'observatoire permanent comportant des éléments sur orbites polaires et à faible degré d'inclinaison pour l'observation de la Terre et de l'univers;

- de centre de transport où les véhicules et les charges utiles transiteront pour les préparations nécessaires avant de rejoindre l'orbite leur ayant été assignée;

- de station-service où les charges utiles et véhicules pourront être entretenus, réparés ou reconditionnés;

- d'installation d'assemblage où des structures spatiales de grandes dimensions pourront être assemblées et testées;

- d'installation qui permettra de tirer parti des conditions exceptionnelles offertes par l'environnement spatial pour fabriquer des produits que l'on ne pourrait obtenir sur Terre et d'ouvrir ainsi de nouveaux débouchés commerciaux;

- de dépôt de stockage où les charges utiles et les pièces détachées pourront être conservées en orbite pour une utilisation ultérieure;

- de base logistique pour d'éventuels projets spatiaux futurs comme, par exemple, la construction d'une base permanente sur la Lune, une mission habitée vers Mars, des vols de reconnaissance pilotés vers les astéroïdes, la mise en place en orbite géosynchrone d'une station scientifique et de télécommunications habitée, ou pour des sondes planétaires automatiques.

Des personnalités militaires américaines ont déclaré qu'à un moment ou à un autre, la station pourrait aussi servir à des recherches et à des essais militaires. Ces révélations ont remis en question la participation canadienne et ont retardé la négociation de l'accord de participation.

RECYCLED RECYCLÉ

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

Comme on s'est entendu sur le texte de l'accord, le différend a présumément été réglé. Les compressions budgétaires imposées au programme de la station spatiale et, par voie de conséquence, la nécessité de revoir la conception du système ont relancé le débat entourant la définition des objectifs de base. Certains estiment que les objectifs commerciaux (comme la fabrication de composés uniques) doivent avoir priorité, tandis que d'autres privilégient les sciences de la vie.

Dans sa configuration initiale, la structure de base de la station spatiale ressemblait à un grand rectangle de poutrelles métalliques. Ce rectangle, qui faisait environ 94,5 mètres (310 pieds) de hauteur sur 45,7 mètres (150 pieds) de largeur, aurait été transporté dans l'espace par la navette et assemblé par le Centre d'entretien et de réparation mobile canadien. Au centre de la structure, une poutre médiane devait supporter les modules, larges cylindres devant servir de quartiers d'habitation et d'aires de travail aux membres de l'équipage. Les divers modules auraient été reliés les uns aux autres par une série de noeuds (espaces adjacents aux modules mais qui n'en font pas partie, un peu comme des vestibules) et de tunnels. Cette disposition devait faciliter les allées et venues d'un module à l'autre, ainsi que l'ajout de modules supplémentaires à mesure que la station prendrait de l'expansion. Celle-ci aurait été alimentée en énergie par un système hybride faisant appel à des cellules photovoltaïques [25 kilowatts (kW)] et à des modules solaires dynamiques (50 kW). Ce total de 75 kW représente un niveau de puissance électrique considérable par rapport à celui des vaisseaux spatiaux antérieurs; en fait, il suffirait à alimenter en énergie 25 maisons fonctionnant entièrement à l'électricité. Cinquante kW auraient été affectés aux utilisateurs de la station, et 25 aux activités courantes de maintenance. On trouvera à la figure 1 (page 5) un diagramme des principaux éléments de la station orbitale originale.

La NASA réexamine actuellement l'ordre dans lequel les composantes de la station seront mises en orbite par la navette. Elle avait initialement prévu des vols tous les 45 jours pendant la période d'assemblage de la station, mais la catastrophe du Challenger et les problèmes budgétaires actuels de la NASA modifieront sans doute cet

RECYCLED RECYCLÉ

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

échéancier. On prévoit en outre que la nouvelle station sera davantage modulaire et qu'il y aura moins de travaux de construction dans l'espace. On examine également l'opportunité de mettre au point un nouveau véhicule de lancement de charge lourde, afin de réduire la dépendance à l'égard de la navette spatiale.

Dans ses plans initiaux, la NASA avait prévu qu'une fois la navette arrivée à un point prédéterminé, l'équipage assemblerait les éléments de la station dans les espaces vacants de son aire de chargement. Ces éléments auraient ensuite été largués dans l'espace par le bras du Centre d'entretien et de réparation mobile canadien monté sur la navette. Les premières missions auraient été axées sur l'installation de la structure métallique, des systèmes d'alimentation électrique et de l'équipement de communication et de guidage. Une fois cette étape préliminaire terminée, l'équipage de la navette aurait littéralement laissé la station partiellement construite flotter dans l'espace et serait revenu sur la Terre. On avait prévu amorcer l'assemblage de la base en janvier 1993 et on comptait que 14 vols seraient nécessaires pour la parachever, le MSC canadien devant faire partie du quatrième. Une fois la base construite, d'autres missions auraient eu pour objet de mettre sur orbite les diverses plates-formes rattachées à la station spatiale. Si tout se passe comme prévu, tous les éléments pourraient être en place en 1996, mais, rappelons-le, les difficultés budgétaires de la NASA, ainsi que les défaillances de la navette et la révision de la conception de la station spatiale vont probablement modifier ce programme.

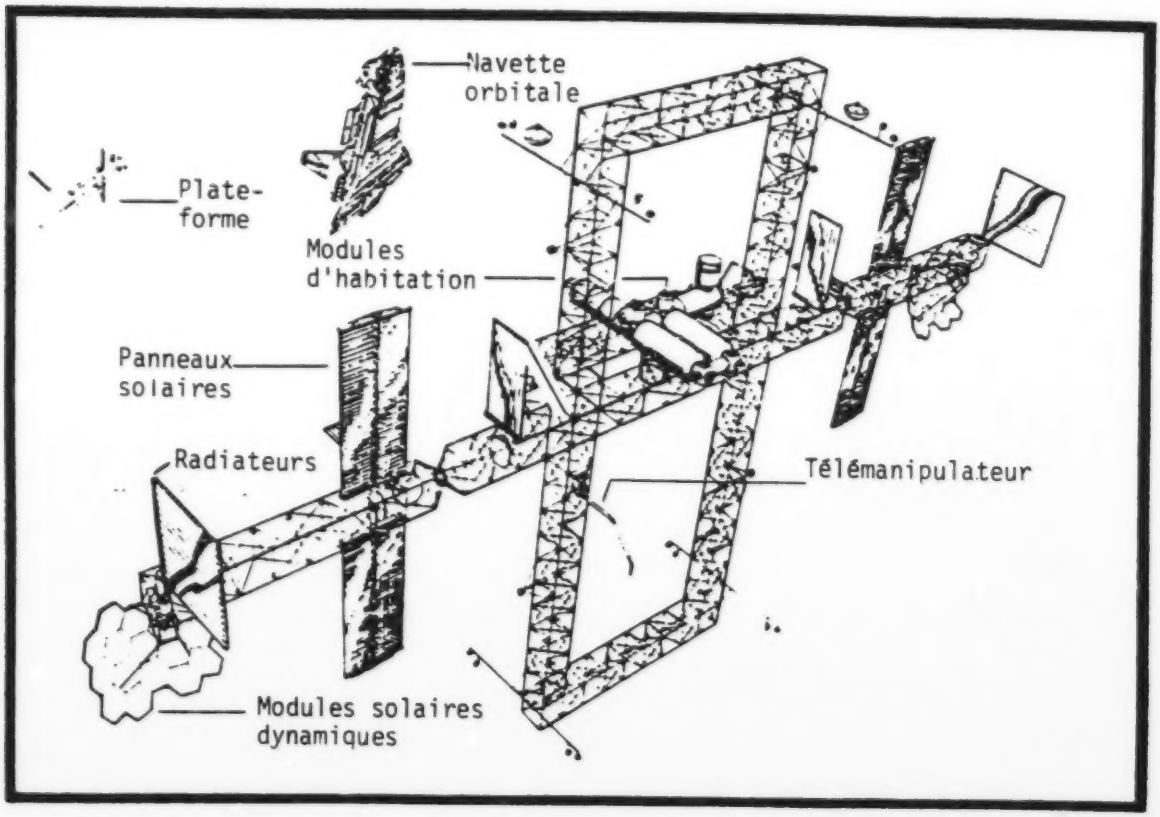
B. La contribution du Canada: le Centre d'entretien et de réparation mobile (MSC)

Comme nous l'avons déjà dit, le Canada a accepté de participer à la réalisation de la station spatiale à condition que son rôle ne se borne pas à produire une pièce d'équipement unique et qu'il se poursuive une fois la station devenue opérationnelle. C'est dans cette optique et en tenant compte d'autres considérations importantes (voir D, page 9), que le Canada proposait de concevoir, de mettre au point, de construire et d'exploiter le Centre d'entretien et de réparation mobile (MSC) de la station orbitale. Le MSC (voir figure 2) sera constitué d'une

RECYCLED RECYCLE

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

FIGURE 1: LA CONFIGURATION DE LA STATION SPATIALE



Source: Office of Space Station, NASA, *The Space Station: A Description of the Configuration Established at the Systems Requirements Review (SRR)*, Washington, D.C., juin 1986.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

base mobile pouvant recevoir des charges utiles, des pièces de rechange, des articles utilitaires et du matériel de régulation thermique. Il sera aussi doté de deux bras de type "Canadarm" formant le système de télémanipulation de la station spatiale. Ces télémanipulateurs seront dotés d'articulations pour les manipulations spéciales et fines et pour le positionnement ainsi que d'outils spécialisés. Le MSC comprendra aussi des postes de commande intérieurs et extérieurs à partir desquels l'équipage pourra contrôler son fonctionnement. En outre, le Canada étudie la possibilité de mettre au point un vaste hangar de service où l'on procéderait à l'entretien et à la réparation du MSC lui-même.

Une fois en orbite, le MSC aurait eu un rôle clé dans la construction de la station et dans son fonctionnement quotidien. En fait, il devait assumer une fonction prépondérante dans l'assemblage et l'entretien des éléments externes de la station, la réparation dans l'espace des charges utiles, le transport de l'équipement et des instruments autour de la station, ainsi que la mise sur orbite et la récupération des satellites et autres composantes des charges utiles. Il servira également de poste de travail auxiliaire pour les astronautes lors de leurs activités extravéhiculaires.

Comme on l'a vu, les autorités procèdent actuellement à une révision de la conception de la station spatiale, et ces changements pourraient entraîner des modifications dans les fonctions du Centre d'entretien et de réparation mobile. Les responsables canadiens ont cependant reçu l'assurance qu'il ne serait pas nécessaire de revoir en profondeur la conception du Centre.

C. Autres contributions internationales

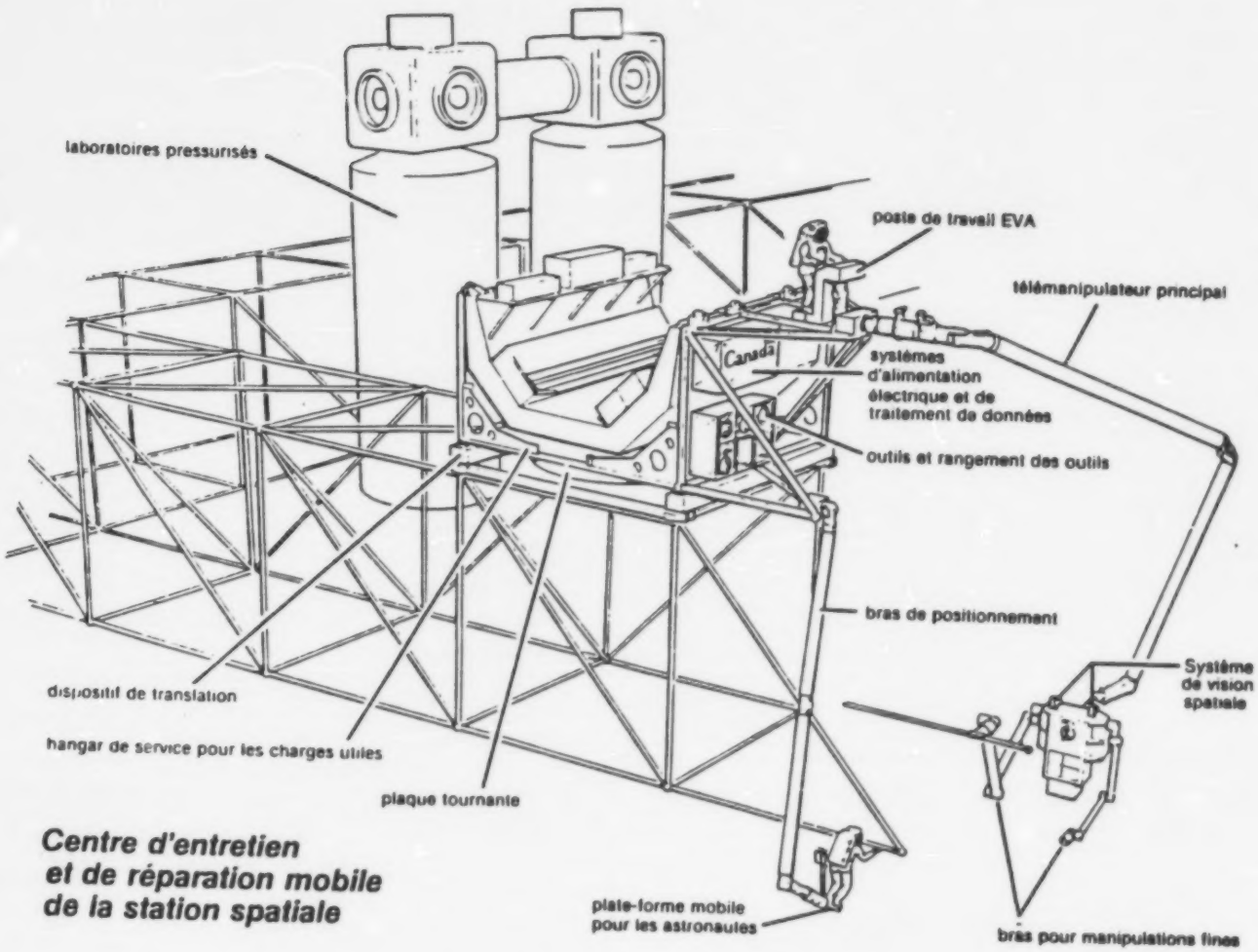
1. Le module-laboratoire japonais (JEM)

À l'instar du Canada, le Japon entend participer à la réalisation de la station spatiale. Sa contribution prendra la forme d'un laboratoire où l'on se livrera à des activités générales de recherche scientifique et de développement technologique, y compris des études sur la microgravité. Le JEM sera constitué de plusieurs éléments, dont un module pressurisé, une unité non pressurisée, un sas joignant ces deux éléments,

RECYCLED RECYCLÉ

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

FIGURE 2: CENTRE D'ENTRETIEN ET DE RÉPARATION MOBILE DE LA STATION SPATIALE



Source: Conseil national de recherches, *Contribution du Canada à la station spatiale*, 1986.

CYCLED RECYCLÉ

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

un télémanipulateur et un module logistique. Ce dernier module sera rattaché au laboratoire et il sera possible de l'en détacher, de le renvoyer sur la Terre pour y livrer les résultats d'expériences et les produits fabriqués dans l'espace, de le remplir de nouveaux matériaux et de le renvoyer à la station pour l'amarrer de nouveau au JEM. Il sera compatible avec le propre véhicule de lancement des Japonais, le H-2, qui devrait être prêt à entrer en service au milieu des années 1990. Le Japon a convenu de consacrer quelque 2 milliards de dollars à sa contribution au projet de station orbitale.

2. Le module pressurisé de l'Agence spatiale européenne (module de l'ASE)

L'Agence spatiale européenne (ASE) compte contribuer au projet de station spatiale en mettant au point un laboratoire fixe, pressurisé et polyvalent qui servirait surtout à la recherche internationale dans les domaines de la physique des fluides, des sciences de la vie et de l'élaboration des matériaux. Tout comme le JEM et les unités d'habitation et laboratoires américains, le module de l'ASE prévoit une capacité de stockage et d'accueil suffisante pour créer un "îlot de sécurité" pour l'équipage. Autrement dit, en cas d'urgence, l'équipage de la station orbitale disposerait de suffisamment d'espace et de vivres pour attendre les secours.

L'Agence spatiale européenne et la NASA étudient la possibilité de se servir de plates-formes en orbite polaire pour mener à bien des activités d'observation de la terre, des océans et des phénomènes solaires et atmosphériques, des recherches en physique des plasmas, des travaux de télédétection et des études de l'environnement. Ces plates-formes seraient autonomes et pourraient être entretenues ou ravitaillées en carburant sur place ou à la station spatiale.

D. Pourquoi le Canada devrait-il participer à ce programme?

La réponse à cette question n'est pas simple. On avance de nombreuses raisons pour justifier la participation canadienne à cet ambitieux programme spatial. Citons, entre autres, le prestige international, l'entrée dans des domaines nouveaux et importants de la

RECYCLED RECYCLÉ

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

technologie de pointe, les applications technologiques terrestres et l'accès à long terme à l'environnement spatial pour les chercheurs canadiens. À court terme, les retombées techniques et économiques sur Terre sont probablement l'aspect le plus intéressant du projet, alliées à la création d'un réservoir de scientifiques et d'industriels au fait des nouvelles technologies. Beaucoup des technologies conçues pour la station spatiale, particulièrement dans le domaine de la robotique et de l'automation, auront des applications terrestres, notamment en ce qui concerne les activités qui doivent se dérouler dans des environnements dangereux pour l'homme, comme dans l'industrie nucléaire et dans la mise en valeur des ressources minières et sous-marines.

Dans un rapport publié en 1986, le Canadian Institute for Advanced Research explique en ces termes la participation du Canada:

> Participer au programme de réalisation de la station spatiale, c'est un peu comme devenir membre d'un club sportif ou, plus précisément, d'un club économique. L'accord que nous avons conclu avec la NASA en vue de fournir un élément de la station spatiale est en fait notre cotisation. Cependant, pour que le Canada puisse tirer des avantages concrets de son adhésion au club, il doit avoir les aptitudes et les ressources financières voulues pour se servir des installations. Chose tout aussi importante, il devra mettre à contribution la vigueur et la souplesse qu'il aura nouvellement acquises dans tous les aspects de sa vie économique. Sinon, il aura payé en vain sa cotisation.

Dans le rapport, on précise qu'il nous faudra consacrer des ressources à tous les aspects de notre effort spatial si nous voulons en tirer des avantages optimaux. Pour ce faire, on suggère de considérer que notre programme de station spatiale comporte quatre éléments essentiels:

- la réalisation et l'exploitation du Centre d'entretien et de réparation mobile (MSC);
- un programme de soutien des utilisateurs de la station spatiale;
- un programme de développement technologique; et
- un programme d'exploitation technologique.

RECYCLED PAPER

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

Les auteurs du rapport prédisent que si ces quatre éléments étaient convenablement appuyés, le Canada pourrait tirer un avantage considérable de son investissement, car celui-ci ouvrirait la voie à une économie fondée sur la connaissance. Le programme aurait pour effet:

- de stimuler et de financer partiellement la création d'une base de recherche appliquée à long terme au sein de l'industrie canadienne;

- de faciliter l'apparition de nouvelles industries axées sur la connaissance, facteur important du développement économique du Canada;

- de favoriser la création d'un réservoir de chercheurs hautement qualifiés dont les connaissances spécialisées contribueraient au développement technologique; et

- de favoriser l'instauration de relations à long terme productives entre l'industrie et les universités.

Dans son rapport de 1986 sur le sujet, le Conseil national de recherches dresse une liste des débouchés qui s'offriront au Canada en tant qu'utilisateur de la station spatiale, une fois que nous aurons "payé notre cotisation":

- *Technologie spatiale.* La station spatiale constitue une plate-forme idéale pour la mise au point et l'essai de systèmes complexes de satellites, d'automatisation et de robotique, de télémanipulateurs et de structures spatiales avant leur mise en service régulier.

- *Élaboration des matériaux.* L'utilisation de la microgravité pour mettre au point de nouveaux produits ou améliorer des produits existants dans les domaines électronique, pharmaceutique et de l'élaboration des métaux recèle la promesse d'être une des applications les plus rentables. Les industries canadiennes s'intéressent de plus en plus à l'utilisation des laboratoires de la station spatiale pour ces opérations.

- *Sciences spatiales.* Les spécialistes canadiens de l'espace étudient la Terre, son atmosphère, le cosmos et l'astronomie. La station spatiale leur fournirait des bases supplémentaires pour l'observation et la recherche.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

- *Télécommunications.* L'utilisation de la station spatiale permettra la vérification des satellites en orbite ainsi que la construction de satellites de plus grande taille. À terme, il sera possible d'assurer l'entretien, la réparation et le revitaillement en ergols des satellites sur leurs orbites respectives.

- *Sciences de la vie et bio-médecine.* Il sera possible de mettre au point de nouveaux produits pharmaceutiques et procédés biotechnologiques et d'acquérir de nouvelles connaissances sur les mécanismes d'adaptation à long terme de l'organisme à l'environnement spatial, connaissances qui sont importantes si l'on veut être en mesure de faire de longs séjours dans l'espace.

- *Télédétection.* Plus que la plupart des pays, le Canada a besoin de surveiller son immense territoire et ses nombreuses richesses naturelles. Les nouveaux systèmes de télédétection seront plus puissants et bénéficieront de moyens de traitement et de transmission de données supérieurs à ceux de leurs prédécesseurs. En se servant de la station spatiale comme d'une base, le Canada pourrait mettre au point et essayer ces systèmes avant leur mise en service sur orbite polaire.

Au cours de l'été 1988, les négociations entre le Canada, l'ASE, le Japon et la NASA ont pris fin. Un traité relatif à la station spatiale a été signé le 29 septembre 1988.

CHRONOLOGIE

20 mai 1982 - La NASA crée le Groupe de travail de la station spatiale et le charge d'établir les paramètres de missions éventuelles, de définir le concept de la station spatiale et de coordonner les efforts des centres de recherches de la NASA que ce projet intéresse.

juillet-août 1982 - La NASA passe des contrats avec des entreprises aérospatiales chargées de définir les besoins des utilisateurs dans les domaines des sciences spatiales, du développement technologique, de l'activité commerciale et, à l'origine, de la sécurité nationale. Le Canada, le Japon et les pays membres de l'Agence spatiale européenne mènent de leur côté des études indépendantes du même genre.

CYCLED RECYCLÉ

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

août 1983 - Dernière séance d'information de la NASA aux membres du comité supérieur des affaires spatiales au sujet du concept de la station orbitale.

25 janvier 1984 - Le président annonce que d'ici dix ans, les États-Unis auront une station orbitale habitée en permanence.

18 mars 1986 - Le premier ministre Mulroney annonce que le Canada accepte l'invitation des États-Unis à participer au programme de la station spatiale.

16 janvier 1987 - Le ministre des Affaires extérieures, le très honorable Joseph Clark, envoie au gouvernement américain une lettre exprimant l'inquiétude du Canada face aux rumeurs selon lesquelles les autorités militaires américaines voudraient utiliser la station spatiale pour se livrer à des expériences militaires.

décembre 1987 - Les négociateurs canadiens et américains s'entendent sur le texte d'un protocole d'entente régissant la participation du Canada au projet de la station spatiale. Le texte est parachevé après avoir été approuvé par le Cabinet et par le Congrès au début de 1988.

21 avril 1988 - Le ministre de l'Expansion industrielle régionale et ministre d'État chargé des Sciences et de la Technologie, M. de Cotret, et le ministre d'État (Sciences et Technologie), M. Oberle, annoncent la décision du gouvernement de consacrer 1,2 milliard de dollars sur 15 ans à la réalisation du centre d'entretien et de réparation mobile destiné à la station spatiale américaine.

29 septembre 1988 - Les États-Unis, le Japon, le Canada et l'ASE signent un accord relativement à la construction et à l'exploitation de la station spatiale.

1er mars 1989 - Le gouvernement annonce la création de l'Agence spatiale canadienne, qui sera située à Montréal. M. Larkin Kerwin, président du Conseil national de recherches, est nommé président de l'Agence. Le programme de gestion de la station spatiale fait partie du mandat de l'Agence.

10 mai 1990 - Le projet de loi C-16, *Loi portant création de l'Agence spatiale canadienne* et traitant d'autres questions liées à l'espace, reçoit la sanction royale.

CYCLED RECYCLÉ

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

octobre 1990 - Le Congrès réduit le budget de la station spatiale de la NASA et ordonne un réexamen de tout le programme. Les travaux de réexamen, qui comportent des modifications importantes de la station spatiale et du calendrier d'exécution, devaient être achevés le 22 janvier 1991.

janvier 1991 - La NASA obtient un report de 30 jours pour terminer le réexamen du programme de station spatiale.

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

Canada, Conseil national de recherches. *La station spatiale: historique*. Ottawa, 1986. 11 p.

The Canadian Institute for Advanced Research, Space Station Committee. *Canada and the Space Station: A Report to the Government of Canada*. Toronto, 1985. 31 p.

The Canadian Institute for Advanced Research, Space Station Committee. *Canada's Participation in the Space Station: Objectives and Management*. Toronto, 1986. 11 p.

Dotto, Lydia. "Back to the Future". *Canadian Business*, vol. 59, novembre 1986, p. 64-71.

États-Unis, National Aeronautics and Space Administration (NASA), Office of Space Station. *The Space Station: A Description of the Configuration Established by the Systems Requirements Review (SRR)*. Washington, D.C., juin 1986.

RECYCLED RECYCLÉ